

贵州中低品位铝土矿综合利用分析

熊玉强 张 杰

(贵州大学 矿业学院 贵州省非金属矿产资源综合利用重点实验室, 贵州 贵阳 550003)

摘要: 简要介绍了中国铝土矿资源的整体分布情况, 较为详细地分析了贵州修文中低品位铝土矿的化学成分特点、矿物成分特点及 XRD 特征, 综合阐述了中低品位铝土矿在生产氧化铝、耐火材料、化学制品方面以及其他方面的应用情况。认为贵州铝土矿资源丰富, 但属于高铝高硅型, 且铝硅比较低, 除了少数可以用拜耳法来生产氧化铝外, 大部分铝土矿属于中低品位铝土矿, 在生产氧化铝方面往往采用联合法来处理。对于中低品位铝土矿, 除了用于生产氧化铝外, 在耐火材料、陶瓷及聚合物等方面的应用也在日渐发展, 实现了铝土矿的综合利用。

关键词: 中低品位铝土矿; 耐火材料; 化学制品; 综合利用

中图分类号: TD952

文献标识码: B

文章编号: 1006-6772(2012)02-0109-03

Comprehensive utilization of medium-low grade bauxite in Guizhou Province

XIONG Yu-qiang ZHANG Jie

(School of Mining, Guizhou Provincial Key Laboratory of Multipurpose Utilization of Non-ferrous Minerals Resources, Guizhou University, Guiyang 550003, China)

Abstract: Summarize the whole distribution of bauxite in China. Emphasize the characteristics of chemical and mineral compositions, X-Ray diffraction (XRD) analysis results of medium-low grade bauxite in Guizhou Province. Introduce its application in alumina, fireproof materials, chemical products producing and the like. The results show that Guizhou Province is abundant in bauxite, which belongs to high aluminum and high silicon type and the ratio of aluminum and silicon is much lower. Due to lower grade, the majority of bauxite are used to produce alumina with combined method, while a small number of bauxite are consumed with Bayer process. In addition to alumina, the medium-low bauxite gradually apply to fireproof material, ceramics and polymer, which help to realize its comprehensive utilization.

Key words: medium-low grade bauxite; fireproof material; chemical product; comprehensive utilization

铝土矿贫矿的界定, 主要依据中国铝土矿资源现状和现有采、选、冶技术水平及经济因素, 一般将铝硅比 (A/S) 小于 7 的铝土矿资源视为贫矿, 铝硅

比更高的视为富矿。中国铝土矿贫矿资源比重较大。截止 2008 年底, 铝土矿保有资源储量 30.56 亿 t, 其中铝硅比 $3 \leq A/S < 7$ 的贫矿保有资源储量为

收稿日期: 2011-12-26 责任编辑: 孙淑君

基金项目: 贵州省科技厅国际合作项目(黔科合外 G 字[2010]007 号); 贵州省优秀科技教育人才专项省长基金(黔省专合字[2006]22 号)

作者简介: 熊玉强(1986—) 男, 山东临沂人, 在读硕士研究生, 从事矿物材料加工与利用研究。通讯作者: 张 杰 教授 zhj59106@163.com

引用格式: 熊玉强, 张 杰. 贵州中低品位铝土矿综合利用分析[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(2): 109-111.

13.18 亿 t 约占 43%。此外,铝土矿品级不明的保有资源储量 8.54 亿 t 约占 27%。中国铝土矿主要赋存于山西、河南、贵州、广西、重庆等地区,且贫矿中,约 96% 的保有资源储量分布于以上 5 个地区^[1]。随着氧化铝工业和其它需用铝土矿工业的快速发展,铝土矿资源的短缺已经充分显现出来,目前铝土矿供需矛盾十分突出,矿山均不同程度出现了贫化趋势,特别是河南等地的高铝矿已濒临枯竭。因此,必须加快中低品位铝土矿的综合利用。

贵州省的铝土矿床主要分布在“黔中隆起”南北两侧的遵义、息峰、开阳、瓮安、正安、道真、清镇、贵阳、修文、平坝、织金、苟江、黄平等十几个县境内,面积 2400 km²,探明铝土矿储量居全国第 3 位,预测资源总量逾 10 亿 t。贵州修文、清镇两地的储量占全省总储量的 78%^[2]。贵州修文县铝土矿主要分布在县境南部的王官、谷堡、乌栗、阳早、程官和三元等地,已探明储量达 1 亿 t,属石炭系矿床。其中王官小山坝储量在 2000 万 t 以上,达大型矿床规模^[3]。

贵州中低品位铝土矿主要分布在铝土矿床的底部,厚约 3~7 m,分布较为集中,在开采过程中被废弃并大量堆积,因此,为了研究低品位铝土矿的综合利用途径,本文主要对其化学及矿物成分进行研究,为低品位铝土矿的综合利用提供可靠数据。

1 中低品位铝土矿的成分特点

1.1 化学成分特点

1.1.1 常量化学成分特点

贵州修文地区中低品位铝土矿化学成分复杂易变,主要成分是 Al₂O₃、SiO₂、Fe₂O₃、FeO、TiO₂ 和 H₂O 等,其中 Al₂O₃ 质量分数介于 38.27%~48.73%,SiO₂ 质量分数介于 36.4%~41.62%,属于低铝高硅矿石,难以达到工业利用的品位。

1.1.2 微量元素特点

修文地区中低品位铝土矿含有较多微量元素,其中 V、Cr、Zr、Sr 等元素含量较高,²³²Th 和²³⁸U 等元素含量也相对较高^[4],因此,在铝质岩的综合利用中应给予重视。

1.2 矿物成分特点

将贵州修文中低品位铝土矿制作切片后显微镜观察如图 1 所示。图 1 周围白色为一水硬铝石及

粘土矿物构成铝土矿的主体,透明矿物为碳酸盐矿物和石英的集合体,另外也见黑色铁质矿物及少量锐钛矿产出。

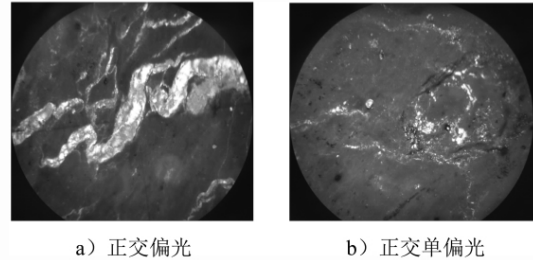


图 1 贵州修文中低品位铝土矿切片

1.3 XRD 特征

图 2 为铝土矿综合样的 X 射线衍射(XRD)分析,主要矿物成分为一水硬铝石、勃姆石和粘土矿物。其中一水硬铝石和勃姆石是铝质岩中的 Al₂O₃ 主要赋存矿物,含 Al₂O₃ 矿物种类具有一定区别。粘土矿物也含一定量的 Al₂O₃,但难以直接利用。

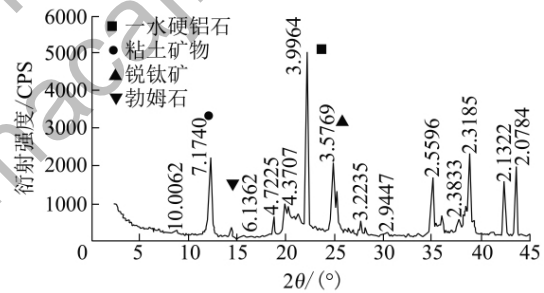


图 2 铝土矿综合样 XRD 分析

铝土矿其它化学组分 SiO₂ 主要赋存于粘土矿物中,铝土矿中 TiO₂ 主要赋存于锐钛矿中,其中方解石的存在证明了样品中含有少量 CaO。

2 中低品位铝土矿的综合应用

2.1 在生产氧化铝中的应用

中低品位铝土矿的化学成分特点是 Al₂O₃ 和 SiO₂ 含量较低,且铝硅比相对较低,不能直接用较简便的拜耳法生产氧化铝,因此会选择碱法、酸法以及热法等方法,而目前采用最多的是碱法,即拜耳法、烧结法和拜耳-烧结联合法 3 种工艺^[5]。对于中低品位铝土矿采用较多的方法为烧结法和拜耳-烧结联合法 2 种工艺。

(1) 烧结法

碱石灰烧结法的基本原理是,将炉料中的氧化物经过高温烧结转变为原硅酸钙(2CaO·SiO₂)、铁

酸钠($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$)和钛酸钙($\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2$)、铝酸钠($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$)。用水或稀碱液溶出时,铝酸钠溶解进入溶液,铁酸钠水解为 NaOH 和 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 沉淀,而原硅酸钙和钛酸钙不溶成为泥渣,分离除去泥渣后,得到铝酸钠溶液,通入 CO_2 后进行碳酸化分解,析出 $\text{Al}(\text{OH})_3$,碳分母液经蒸发浓缩后可返回配料烧结循环使用, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 经过焙烧后得到产品 Al_2O_3 。因此此法比较适合处理低铝硅比的铝土矿,从而有效地用低品位的铝土矿生产氧化铝,但此法生产出的氧化铝质量较低。

(2) 联合法

拜耳法和烧结法在应用方面各有其应用范围和特点,但对于大规模的生产,用拜耳法和烧结法的联合生产流程,可以兼有2种方法的优点,取得比单一方法更好的效果,同时可以充分利用中低品位铝矿资源。联合法生产氧化铝可分为并联、串联和混联3种基本流程,主要适用铝硅比为7~9的中等品位的铝土矿^[6]。因此,随着资源开发难度的增加以及资源综合利用发展战略的进一步提出,采用联合法处理中低品位铝土矿将成为利用较多的方法之一。

2.2 在耐火材料中的应用

由上述资料可知,该铝土矿中含有 Al_2O_3 ,并且主要以一水硬铝石的形式存在,可以考虑用来生产耐火材料。用铝土矿为原料生产耐火材料时,铝土矿需要在 $1650\text{ }^\circ\text{C}$ 的温度下煅烧,一般用回转窑或立窑,煅烧的目的是除去矿样中的游离水和结合水,使存在的粘土矿物转化为硅酸铝 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ 。三水铝石、一水软铝石和一水硬铝石等水合氧化铝矿物在煅烧过程中经相变形成 $\alpha\text{Al}_2\text{O}_3$ (刚玉)及莫来石相,相变后最终产品的密度也会产生相应的变化,因此煅烧时相和密度的控制就显得十分重要,原因是煅烧而成的耐火材料尺寸稳定性主要取决于 Al_2O_3 和 SiO_2 转化为刚玉相和莫来石相的程度。氧化铝含量是衡量耐火材料用铝土矿及高铝耐火粘土质量的主要因素之一, Al_2O_3 含量越高,制品的耐火度也就会越高^[6]。

目前世界各国对耐火级铝土矿的需求量约为150万t,其中西方国家超过80万t,耐火铝土矿的供应国家主要为中国、圭亚那、澳大利亚、巴西、马来西亚等。而中国靠坚忍不拔的努力使耐火铝土

矿向世界市场不断进军,进展明显,已取代了原属圭亚那的不少市场,铝土矿或其耐火材料产品出口创汇提高较大。

2.3 在其他方面的应用

随着研究和发展的深入,铝土矿的非炼铝应用领域日益扩大,对这种蕴藏丰富的矿产扩大应用效果是有益的。

目前,随着陶瓷和聚合物研究的发展,中低品位铝土矿制备高铝陶瓷及矿物聚合物材料也是铝土矿综合应用的另一重要途径,中低品位铝土矿中含有丰富的 Al_2O_3 和 SiO_2 ,是制备聚合物材料的极好原料,但目前这一用途还在研究之中。另外,制备高铝陶瓷也是一新兴应用领域,为中低品位铝土矿的综合利用提供了有效途径。

3 结 论

(1) 贵州铝土矿资源丰富,但属于高铝高硅型,且铝硅比较低,除了少数可以用拜耳法来生产 Al_2O_3 外,大部分铝土矿属于中低品位铝土矿,因此,再生产氧化铝方面往往采用联合法来处理,该方法具有单一方法所不具有的优点,从而进一步利用铝矿资源。

(2) 对于中低品位铝土矿,除了用于生产氧化铝外,在耐火材料、陶瓷及聚合物等方面的应用也在日渐发展,实现了铝土矿的综合利用。

(3) 随着铝土矿资源的日渐紧缺,矿产资源的综合利用将成为未来研究的主要任务,并且铝土矿的应用比较广泛,值得进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 良汉轩. 我国铝土矿贫矿资源的开发利用条件及方向[J]. 中国矿业, 2011, 20(7): 10-13.
- [2] S. 布恩腾巴赫. 铝土矿选矿[J]. 国外金属矿选矿, 2008(2): 34-38.
- [3] 毕诗文, 于海燕. 氧化铝生产工艺[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2005.
- [4] 陈湘清. 低品位铝土矿选矿脱硅试验研究[J]. 轻金属, 2006(10): 13-15.
- [5] 陈舰. 高岭土的综合利用[J]. 东莞理工学院学报, 2009, 16(5): 94-95.
- [6] 汪镜亮. 铝土矿在耐火材料、磨料、化学品和水泥等方面的应用[J]. 地矿部矿产综合利用, 1993(2): 2-9.